

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-238412

(43)Date of publication of application : 08.09.1998

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

(21)Application number : 09-039395

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 24.02.1997

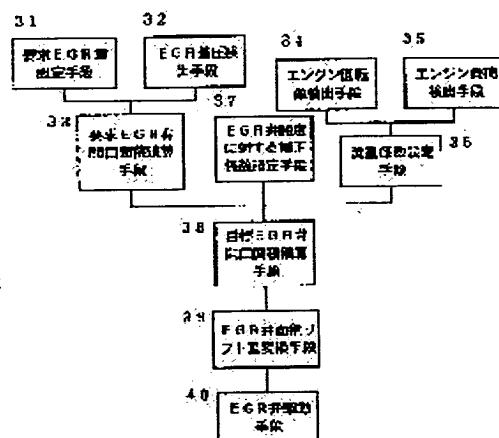
(72)Inventor : SHIRAKAWA AKIRA

## (54) EGR CONTROLLER FOR ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To properly control the feedback of an EGR quantity depending on pressure difference generated in an EGR passage by computing a request EGR valve opening area based on a request EGR quantity and an EGR differential pressure determined in accordance with the operating state of an engine and computing a desired EGR valve opening degree considering a flow coefficient.

**SOLUTION:** During the operation of an engine, a prescribed EGR area is decided based on engine rotating speed, fuel injection quantity, cooling water temperature, etc., in a desired EGR quantity setting means 31, a desired EGR quantity is computed based on a desired EGR rate and an inlet air quantity which are set depending on the engine rotating speed, the fuel injection quantity in the EGR area. Then, EGR differential pressure is computed depending on inlet pressure and exhaust pressure detecting signals by an EGR differential pressure detecting means 32 and a request EGR valve opening area corresponding to the desired EGR quantity is calculated 33 based on the EGR differential pressure. Then, the desired opening degree of an EGR valve is computed 38 depending on a flow coefficient and the request EGR valve opening area which are set 36 based on the rotating speed and load of the engine to control the EGR valve.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-238412

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 0 2 M 25/07

識別記号  
5 5 0

F I  
F 0 2 M 25/07

5 5 0 F  
5 5 0 P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-39395

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月24日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 白河 暁

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

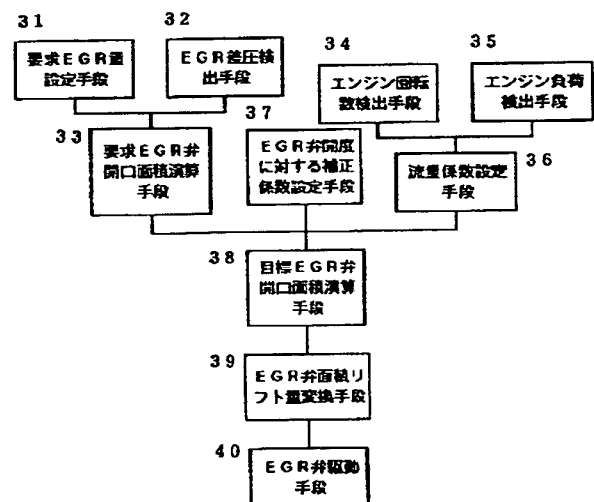
(74) 代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 エンジンのEGR制御装置

(57) 【要約】

【課題】 吸気圧と排気圧の圧力差に応じてEGR量を的確にフィードバック制御するEGR制御装置を提供する。

【解決手段】 要求EGR量 $T_{qe}$ とEGR差圧 $Dlp$ に応じて要求されるEGR弁の開口面積 $A_{e vs}$ を演算する要求EGR弁開口面積演算手段33と、エンジン回転数とエンジン負荷に応じて流量係数 $a$ を設定する流量係数設定手段36と、要求EGR弁開口面積 $A_{e vs}$ と流量係数 $a$ に応じてEGR弁の目標開度 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{e vs}^b$ として演算する目標EGR弁開度演算手段38とを備えるものとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】エンジンの排気通路と吸気通路を結ぶEGR通路と、  
EGR通路の途中に介装されるEGR弁と、  
EGR通路の両端に生じる圧力差をEGR差圧 $\Delta P$ として検出するEGR差圧検出手段と、  
運転条件に応じて要求EGR量 $T_{qe}$ を設定する要求EGR量設定手段と、  
要求EGR量 $T_{qe}$ とEGR差圧 $\Delta P$ に応じて要求されるEGR弁の開口面積 $A_{evs}$ を演算する要求EGR弁開口面積演算手段と、  
エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、  
エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、  
エンジン回転数とエンジン負荷に応じて流量係数 $a$ を設定する流量係数設定手段と、  
要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ と流量係数 $a$ に応じてEGR弁の目標開度 $A_{ev}$ を演算する目標EGR弁開度演算手段と、  
を備えたことを特徴とするエンジンのEGR制御装置。

【請求項2】前記EGR弁の開度に対する補正係数 $b$ を設定する補正係数設定手段を備え、  
前記目標EGR弁開度演算手段は要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ と流量係数 $a$ に応じてEGR弁の目標開度 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{evs}^b$ として演算することとを特徴とする請求項1に記載のエンジンのEGR制御装置。

【請求項3】吸気通路の圧力 $P_m$ を検出する吸気圧力検出手段と、  
排気通路の圧力 $P_{exh}$ を検出する吸気圧力検出手段とを備え、

前記EGR差圧検出手段はEGR差圧 $\Delta P$ を $\Delta P = P_{exh} - P_m$ として演算することとを特徴とする請求項1または2に記載のエンジンのEGR制御装置。

【請求項4】吸気量を検出する吸気量検出手段と、  
吸気量に応じて吸気圧 $P_m$ を演算する吸気圧演算手段と、  
エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、  
エンジン負荷に応じて排気圧 $P_{exh}$ を演算する排気圧演算手段とを備え、

前記EGR差圧検出手段はEGR差圧 $\Delta P$ を $\Delta P = P_{exh} - P_m$ として演算することとを特徴とする請求項1または2に記載のエンジンのEGR制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、EGR通路の両端に生じる圧力差に応じてEGR量（吸気系に還流される排気ガス量）を制御する装置の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】自動車用エンジン等においては、排気ガス中の有害成分である $NO_x$ の発生を抑制するために、

吸気通路に不活性の排気ガスを再循環させる、いわゆるEGR装置が設けられている。

【0003】しかし、吸気通路に不活性の排気ガスを再循環させて $NO_x$ の発生を抑制すると、燃焼雰囲気酸素不足となるため、排気微粒子やHC、CO等の排出量が増える傾向がある。

【0004】この $NO_x$ と排気微粒子のトレードオフの関係は、エンジン高負荷時、あるいはEGR量が多くなり空気過剰率が低い運転条件で顕著になり、 $NO_x$ と排気微粒子の排出量を同時に減らすためには、EGR量を運転条件に応じて精密に制御する必要がある。

【0005】EGR量を制御する装置として、例えば特開昭57-148048号公報に開示されたものは、エンジンに吸入される空気量と新気量をそれぞれ検出し、両者の差をEGR量と見なし、EGR率（＝EGR量／新気量）が目標EGR率と一致するように、EGR通路の開口面積がEGR弁を介して調節されるようになっている。これにより、EGR弁を流れる排気ガスの挙動を考慮しなくても、目標のEGR率に制御でき、EGR弁の詰まりを自己補正することができる。

【0006】しかし、この従来装置は、目標EGR量に対して実測されるEGR量がずれた場合、EGR弁の開度をどのように制御させればよいかを適合させる必要があり、例えばPI制御ならば、P分I分を適合させなければならない。また、後述するように、回転数、負荷、EGR弁開度等の運転条件により、EGR弁の開度変化に対するEGR量の変化が一定でないため各種補正が必要であり、EGR量を運転条件に応じて精密に制御することが難しい。

【0007】これに対処して、EGR弁を流れる排気ガス流量を制御する装置として、例えば特開平2-11858号公報に開示されたものは、EGR弁の前後差圧を計測し、目標EGR率が得られるEGR弁と吸気絞り弁の開度を調節するようになっている。これは、EGR弁を通過する排気ガスの流れを1次元非圧縮性流体として考え、EGR率の目標値と実測値の差分に応じて、EGR弁の開口面積の所要変化量を求めるため、EGR弁のアクチュエータそのものの制御定数のみを適合させればよい。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のエンジンのEGR制御装置にあっては、以下の問題がある。

【0009】まず、EGR弁を通過する排気ガスの流れを非圧縮性定常流とすると、EGR弁の前後差圧 $\Delta P$ とEGR量 $Q$ およびEGR弁の開口面積 $A$ の間には次のベルヌーイの式が成立する。

## 【0010】

$$Q = k \times A (2 \times \rho \times \Delta P)^{1/2} \quad \dots (1)$$

ただし、 $k$ は流量係数、 $\rho$ は排気ガスの粘性である。

【0011】また、EGR弁の流路モデルとして図12に示すように流路面積がA1からA2に広がる管を考えると、流量係数kは次式で演算される。

【0012】

$$k = [1 - (A2/A1)^2]^{-1/2} \dots (2)$$

しかし、実際にEGR弁の前後差圧 $\Delta P$ とEGR量を計測すると、式(1)より演算される要求開口面積は、図13に示すように、実際の開口面積に対して1.4～4.0倍の補正が必要となる。

【0013】これは、実際の排気ガスの流れが非定常であり、かつ圧縮性であるため、エンジン回転と負荷およびEGR弁の開口面積により、流量係数kが変化するものと考えられる。また、EGR弁の形状は拡がり管と異なり、EGR弁の表面粗さやEGR通路の曲がりによっても変化すると考えられる。

【0014】エンジン回転と負荷により流量係数kが変化する要因としては、実際にEGR弁の前後の圧力変化を計測してみると、図14に示すように、エンジンの吸気行程と排気行程に応じた吸気・排気脈動が生じており、エンジン回転と負荷に応じてEGR弁を排気ガスが逆流することが考えられる。

【0015】また、特開平2-11858号公報に開示された従来装置は、目標EGR率のかわりに目標とするEGR弁の前後差圧 $\Delta P$ を目標値に近づけるようにフィードバック制御して、流量係数kの変化を吸収するようになっている。しかし、図13からも明らかなように、運転条件に応じてEGR弁の開度変化に対するEGR量の変化率が異なるため、実測差圧と目標差圧の差からEGR弁の所要開口面積変化量を演算することは難しい。例えば、EGR弁のリフトに対してEGR量の変化率が小さい運転条件でフィードバック制御のP分I分を適合させると、EGR弁のリフトに対してEGR量の変化率が大きい運転条件でフィードバック制御量が過剰となり、制御ハンチングを引き起こす可能性がある。逆の場合は、フィードバック制御量が不足し、制御の応答遅れが生じる可能性がある。

【0016】すなわち、エンジン回転数、負荷、EGR弁開度等の運転条件により、EGR弁の流量係数kが大幅に増減するため、EGR量の制御誤差が大きく、NOxあるいは排気微粒子の排出量が増加するという問題点がある。

【0017】また、EGR量あるいはEGR率を目標値に近づけるために、EGR弁の前後差圧の目標値を実験によりエンジン回転数、負荷に応じて設定する必要があり、例えば排気ガスの規制値に適合させるための実験工数が多くなるという問題点がある。

【0018】本発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、EGR通路に生じる圧力差に応じてEGR量を的確にフィードバック制御するEGR制御装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載のエンジンのEGR制御装置は、エンジンの排気通路と吸気通路を結ぶEGR通路と、EGR通路の途中に介装されるEGR弁と、EGR通路の両端に生じる圧力差をEGR差圧 $D1p$ として検出するEGR差圧検出手段と、運転条件に応じて要求EGR量 $Tqe$ を設定する要求EGR量設定手段と、要求EGR量 $Tqe$ とEGR差圧 $D1p$ に応じて要求されるEGR弁の開口面積 $Aevs$ を演算する要求EGR弁開口面積演算手段と、エンジン回転数を検出するエンジン回転数検出手段と、エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、エンジン回転数とエンジン負荷に応じて流量係数 $a$ を設定する流量係数設定手段と、要求EGR弁開口面積 $Aevs$ と流量係数 $a$ に応じてEGR弁の目標開度 $Aev$ を演算する目標EGR弁開度演算手段とを備えるものとした。

【0020】請求項2に記載のエンジンのEGR制御装置は、請求項1に記載の発明において、前記EGR弁の開度に対する補正係数 $b$ を設定する補正係数設定手段を備え、前記目標EGR弁開度演算手段は要求EGR弁開口面積 $Aevs$ と流量係数 $a$ に応じてEGR弁の目標開度 $Aev$ を $Aev = a \times Aevs^b$ として演算するものとした。

【0021】請求項3に記載のエンジンのEGR制御装置は、請求項1または2に記載の発明において、吸気通路の圧力 $Pm$ を検出する吸気圧力検出手段と、排気通路の圧力 $Pexh$ を検出する吸気圧力検出手段とを備え、前記EGR差圧検出手段はEGR差圧 $D1p$ を $D1p = Pexh - Pm$ として演算するものとした。

【0022】請求項4に記載のエンジンのEGR制御装置は、請求項1または2に記載の発明において、吸気量を検出する吸気量検出手段と、吸気量に応じて吸気圧 $Pm$ を演算する吸気圧演算手段と、エンジン負荷を検出するエンジン負荷検出手段と、エンジン負荷に応じて排気圧 $Pexh$ を演算する排気圧演算手段とを備え、前記EGR差圧検出手段はEGR差圧 $D1p$ を $D1p = Pexh - Pm$ として演算するものとした。

【0023】

【発明の作用および効果】請求項1に記載のエンジンのEGR制御装置において、要求EGR弁開口面積 $Aevs$ は、EGR弁を通過する排気ガスの流れを非圧縮性定常流として、ベルヌーイの式から導かれる。しかしながら、実際の排気ガスは圧縮性非定常流であり、エンジン回転数、エンジン負荷、EGR弁の開度等によって流量係数が変化するため、要求EGR弁開口面積 $Aevs$ によって調節されるEGR量が目標EGR量 $Tqe$ と大幅に相違する可能性がある。

【0024】これに対処して、流量係数設定手段はエンジン回転数とエンジン負荷に応じて流量係数 $a$ を演算し、目標EGR弁開口面積演算手段は要求EGR弁開口

面積 $A_{evs}$ と流量係数 $a$ に応じて演算する。

【0025】図5はエンジンの回転数 $N_e$ と発生トルクをそれぞれ変えてEGR弁の要求開口面積（差圧、EGR量とからベルヌーイの式から求まる）と必要開口面積（幾何学的形状によって決まる）の関係を示している。これから両者の間には $y = a \times x^b$ の関係があり、係数 $a$ はエンジン回転数と負荷に応じて変化し、傾き $b$ が一定であることがわかる。

【0026】したがって、本発明は、係数 $a$ をエンジン回転数と負荷に応じて変化させ、目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ と流量係数 $a$ に応じて演算する構成により、EGR量を精密に制御することができる。

【0027】請求項2に記載のエンジンのEGR制御装置において、補正係数設定手段はEGR弁の開度に応じて補正係数 $b$ を設定し、目標EGR弁開口面積演算手段は目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{evs}^b$ として演算する。

【0028】図6は、EGR弁の幾何学的形状とEGR通路の管形状およびエンジンの吸・排気系の管形状をそれぞれ変えてEGR弁の上記要求開口面積と必要開口面積の関係を示している。これから両者の間には $y = a \times x^b$ の関係があり、傾き $b$ が流路の幾何学的形状に応じて変化することがわかる。

【0029】したがって、本発明は、傾き $b$ をEGR弁の開度（流路の幾何学的形状）に応じて変化させ、目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{evs}^b$ として演算する構成により、EGR量を精密に制御することができる。

【0030】請求項3に記載のエンジンのEGR制御装置において、吸気通路の圧力 $P_m$ と排気通路の圧力 $P_{exh}$ がそれぞれ検出され、EGR差圧 $D1p$ は排気通路と吸気通路の圧力差 $P_{exh} - P_m$ として演算される。これにより、EGR差圧 $D1p$ はEGR通路の前後差圧となり、EGR量が少ない運転時でもEGR差圧 $D1p$ に応じて目標EGR量 $TQ_e$ に対する要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ を的確に算出することができる。

【0031】請求項4に記載のエンジンのEGR制御装置において、吸気量に応じて吸気圧 $P_m$ を演算し、エンジン負荷に応じて排気圧 $P_{exh}$ を演算する。こうして求められる吸気圧 $P_m$ と排気圧 $P_{exh}$ に応じて、EGR差圧 $D1p$ を $D1p = P_{exh} - P_m$ として演算する。これにより、EGR差圧 $D1p$ はEGR通路の前後差圧となり、EGR量が多い運転時でもEGR差圧 $D1p$ に応じて目標EGR量 $TQ_e$ に対する要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ を的確に算出することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0033】図1に示すように、ディーゼルエンジンに

備えられる分配型燃料噴射ポンプは、燃料がドライブシャフト52により駆動されるフィードポンプ53によって吸引され、フィードポンプ53からポンプ室55に供給された燃料は、吸入ポート56を通して高圧プランジャポンプ57に送られる。

【0034】プランジャポンプ57のプランジャ58は、継手79を介してドライブシャフト52によりエンジン回転に同期して、エンジン回転数の $1/2$ の速度で回転駆動される。

【0035】プランジャ58に固定されたカムディスク59は、エンジンの気筒数と同数のフェイスカムをもち、回転しながらローリング61に配設されたローラ62を乗り越えるたびに、スプリング69に抗してプランジャ58を所定のカムリフトだけ往復運動する。プランジャ58の回転往復運動により、吸入ポート56からプランジャ58に刻まれた吸入スリットを介してプランジャ高圧室54に吸引された燃料が分配ポート63よりデリバリーバルブ64を通して各気筒の図示しない噴射ノズル77へと圧送される。

【0036】プランジャ58が図中右側に移動してプランジャ高圧室54から分配スリットを経て分配ポート63へと燃料を圧送する過程で、カットオフポートの開口部がコントロールスリーブ66の図中右側端部を越えると圧送されていた燃料が低圧ポンプ室5へと開放される。

【0037】燃料噴射量は、プランジャ58に形成されたカットオフポートを開閉するコントロールスリーブ66の位置によって決められる。すなわち、コントロールスリーブ66を図中右側に変位させると、燃料噴射時期が遅くなって燃料噴射量が増加し、図中左側に変位させると燃料噴射時期が早まって燃料噴射量が減少するのである。

【0038】コントロールスリーブ66の位置を自動的に調節する電子制御式ガバナとしてロータリソレノイド71が設けられる。ロータリソレノイド71はロータ72を回転運動させ、その先端に偏心して設けられたボールを介してコントロールスリーブ66を直線運動させる。

【0039】燃料噴射時期は、タイマーピストン75によりローリング61を介してフェイスカムをローラ62に対して相対回転させることによって調整される。タイマーピストン75の両端部に作用する油圧差をデューティソレノイドバルブ76を介して調節することにより、タイマーピストン75を移動させてローリング61を回転させ、フェイスカムがローラ62に乗り上げる時期を変化させるようになっている。

【0040】ロータリソレノイド71とデューティソレノイドバルブ76の制御手段として備えられるコントロールユニット70は、ロータリソレノイド71の制御電圧を予めマップ情報として設定し、スタータスイッチ8

0からの信号、アクセル開度センサ81によって検出されるアクセル開度Acc、ポンプ回転数センサ82によって検出されるエンジン回転数Ne、水温センサ83によって検出されるエンジン水温Tw、ノズルリフトセンサ84によって検出される噴射ノズル77の開弁時期等を入力し、これら検出された運転条件に応じて適切な燃料噴射量と燃料噴射時期を演算し、演算された燃料噴射量をロータリソレノイド71の制御電圧に変換して出力するとともに、演算された燃料噴射時期をデューティソレノイドバルブ76のデューティ信号として出力する。なお、図中65は燃料温度センサである。

【0041】図2はディーゼルエンジンに備えられるEGR装置の概略を示している。エンジンの排気通路2と吸気通路1のインテークマニホールド8を結ぶEGR通路3が設けられ、EGR通路3の途中にはEGR弁4が介装される。EGR弁4の開度が大きくなるほど、EGR通路3を介して吸気通路1に還流されるEGR量は増大する。EGR弁4はステップモータ5によって駆動される。ステップモータ5のステップ数がコントロールユニット30によりエンジン運転条件に応じて制御されることにより、EGR弁4の開度が調節される。

【0042】吸気通路1にはEGR通路3の合流部より上流側にバタフライ式の吸気絞り弁9が介装される。吸気絞り弁9はダイヤフラム式アクチュエータ6を介して開閉作動する。吸気絞り弁9より下流側の吸気通路1には、吸気絞り弁9の開度が小さくなるのに伴って吸入負圧が発生し、EGR通路3を介して吸気通路1に還流されるEGR量が増大する。

【0043】ダイヤフラム式アクチュエータ6は、バキュームポンプ（図示せず）から電磁弁21を介して導かれる負圧と、電磁弁22とオリフィス23を介して導かれる負圧に応じて作動する。電磁弁21と電磁弁22の開度がコントロールユニット30によりエンジン運転条件に応じて制御されることにより、吸気絞り弁9の開度が調節される。

【0044】吸気通路1の絞り弁9より上流側に熱線式のエアフロメータ12が介装される。通電により加熱されるホットワイヤ（発熱抵抗体）はその抵抗値が吸入空気量に応じて変化するので、吸入新気量Qacに応じた信号を出力する。

【0045】吸気通路1の絞り弁9より下流側のインテークマニホールド8に吸気圧センサ13が介装される。吸気圧センサ13はインテークマニホールド8の吸気圧力Pmに応じた信号を出力する。

【0046】排気通路2に排気圧センサ14が介装される。排気圧センサ14は排気通路2の排気圧力Pexhに応じた信号を出力する。

【0047】コントロールユニット30は、図3に示すように、エンジン運転条件に応じて目標EGR量を設定する目標EGR量設定手段31を備える。目標EGR量

設定手段31は、エンジン運転条件を代表する信号として、例えばエンジン回転数Ne、燃料噴射量Qf、燃料噴射時期、エンジン冷却水温、あるいはエンジン油温等を表す信号を入力し、これらに基づいて所定のEGR領域を判定する。このEGR領域で、エンジン回転数Ne、燃料噴射量Qfに応じて予め設定された目標EGR率Megrと吸入新気量Qacに応じて目標EGR量TQeを演算する。

【0048】EGR差圧検出手段32は、吸気圧センサ13によって検出される吸気圧力Pmと、排気圧センサ14によって検出される排気圧力Pexhとに応じて、EGR差圧Dlpを $Dlp = Pexh - Pm$ として演算する。EGR差圧DlpはEGR通路3の前後差圧となるため、EGR差圧Dlpに応じて目標EGR量TQeに対する要求EGR弁開口面積Aevsを的確に算出することができる。

【0049】図7に示すように、吸気圧と排気圧は実際に脈動しているが、EGR差圧Dlpは両者を平均化した圧力差として演算している。これにより、コントロールユニット30における負担を軽減するとともに制御安定性を確保できる。

【0050】要求EGR弁開口面積演算手段33は、要求EGR量TQeとEGR差圧Dlpに応じて、要求EGR弁開口面積Aevsを $Aevs = TQe / (2 \times ROU\# \times Dlp)^{-1/2}$ として演算する。ただしROU#は、排気ガスの粘性である。

【0051】この要求EGR弁開口面積Aevsは、EGR弁4を通過する排気ガスの流れを非圧縮性定常流として、ベルヌーイの式から導かれる。しかしながら、実際の排気ガスは圧縮性非定常流であり、エンジン回転数Ne、エンジン負荷、EGR弁4の開度等によって流量係数が変化するため、要求EGR弁開口面積Aevsによって調節されるEGR量が目標EGR量TQeと大幅に相違する可能性がある。

【0052】これに対処して、流量係数設定手段36は、エンジン回転数検出手段34として設けられるポンプ回転数センサ82によって検出されるエンジン回転数Neと、エンジン負荷検出手段35からの負荷信号として燃料噴射量Qfを入力し、燃料噴射量Qfに応じて流量係数aを演算する。

【0053】また、補正係数設定手段37は、EGR弁4の開度に応じて補正係数bを設定する。

【0054】そして、目標EGR弁開口面積演算手段38は、目標EGR弁開口面積Aevを $Aev = a \times Aevs^b$ として演算する。

【0055】続いて、EGR弁面積リフト量変換手段39は、目標EGR弁開口面積Aevに応じてEGR弁4のリフト量Tliftを演算する。

【0056】続いて、EGR弁駆動手段40はリフト量Tliftに応じてステップモータ5に出力するステッ

ブ数を演算する。

【0057】図5はエンジンの回転数 $N_e$ と発生トルクをそれぞれ変えてEGR弁4の要求開口面積（差圧、EGR量とからベルヌーイの式から求まる）と必要開口面積（幾何学的形状によって決まる）の関係を示している。これから両者の間には $y = a \times x^b$ の関係があり、係数 $a$ はエンジン回転数と負荷に応じて変化し、傾き $b$ が一定であることがわかる。

【0058】図6は、EGR弁4の幾何学的形状とEGR通路3の管形状およびエンジンの吸・排気系の管形状をそれぞれ変えてEGR弁4の上記要求開口面積と必要開口面積の関係を示している。これから両者の間には $y = a \times x^b$ の関係があり、傾き $b$ が変化することがわかる。

【0059】したがって、本発明は、係数 $a$ をエンジン回転数と負荷に応じて変化させ、傾き $b$ をEGR弁4の開度（流路の幾何学的形状）に応じて変化させ、目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{evs}^b$ として演算する構成により、図8に示すように、EGR量を精密に制御することができる。

【0060】図4のフローチャートはEGR弁4のリフト量を制御するルーチンを示しており、コントロールユニット30において一定周期毎に実行される。

【0061】これについて説明すると、Step1にて吸気圧センサ13によって検出される吸気圧 $P_m$ を読む。

【0062】続いてStep2に進んで、排気圧センサ14によって検出される排気圧 $P_{exh}$ を読む。

【0063】続いてStep3に進んで、EGR差圧 $Dlp$ を $Dlp = P_{exh} - P_m$ として演算する。

【0064】一方、Step4にて、エンジン運転条件を代表する信号として、エンジン回転数 $N_e$ 、燃料噴射量 $Q_f$ 等に応じて予め設定された目標EGR率 $Me_{gr}$ を検索する。

【0065】続いてStep5に進んで、エアフロメータ12によって検出される吸入新気量 $Q_{ac}$ を読む。

【0066】続いてStep6に進んで、目標EGR量 $TQ_e$ を目標EGR率 $Me_{gr}$ と吸入新気量 $Q_{ac}$ に応じて、 $TQ_e = Me_{gr} \times Q_{ac}$ として演算する。

【0067】続いてStep7に進んで、要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ を要求EGR量 $TQ_e$ とEGR差圧 $Dlp$ に応じて、 $A_{evs} = TQ_e / (2 \times ROU\# \times Dlp)^{-1/2}$ として演算する。ただし $ROU\#$ は、排気ガスの粘性である。

【0068】一方、Step8にて、流量係数 $a$ をエンジン回転数 $N_e$ と燃料噴射量 $Q_f$ に応じて検索する。

【0069】続いてStep9に進んで、流量係数 $a$ と要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ に応じて目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ を $A_{ev} = a \times A_{evs}^b$ として演算する。ただし、係数 $b$ はEGR弁4の開度に応じて予め設

定された値である。

【0070】続いてStep10に進んで、目標EGR弁開口面積 $A_{ev}$ に対するEGR弁4のリフト量 $Tlift$ を検索する。

【0071】続いてStep11に進んで、リフト量 $Tlift$ に応じたステップ数をステップモータ5に出力する。

【0072】次に、図9に示す実施形態について説明する。なお、図2との対応部分には同一符号を付す。

【0073】前記実施形態では排気圧センサ14と吸気圧センサ13の圧力検出精度は $\pm 10 \text{ mmHg}$ 程度の誤差があるため、EGR量が増えて排気通路3と吸気通路1の圧力差 $P_{exh} - P_m$ が小さくなる運転領域ではEGR差圧 $Dlp$ を的確に検出することが難しい。

【0074】排気圧センサ14と吸気圧センサ13は、排気ガスまたはEGRガスにさらされるため、熱劣化や検出部のつまり等を起こして検出精度が悪化する可能性がある。

【0075】これに対処して、本実施形態では、吸入新気量と新気温度から吸気圧を演算し、吸入新気量と燃料噴射量およびエンジン回転数から排気圧を演算し、これら演算値によりEGR差圧 $Dlp$ を演算して、EGR量を的確に制御するものである。

【0076】図10のフローチャートは吸気圧 $P_m$ を演算するルーチンを示しており、コントロールユニット30において一定周期毎に実行される。

【0077】これについて説明すると、Step1にてエアフロメータ12の出力電圧を読み、単位時間当たりの吸気重量 $Q_{as0}$ に変換する。

【0078】続いてStep2に進んで、吸気重量 $Q_{as0}$ とエンジン回転数 $N_e$ に応じて単位サイクル当たりの吸気量 $Q_{acb}$ を演算する。

【0079】続いてStep3に進んで、吸気通路1の流路形状に対するエアフロメータ12の出力の補正を行うため、吸気量 $Q_{acb}$ をエンジン回転数 $N_e$ に応じて補正した吸入新気量 $Q_{ac}$ に変換する。

【0080】一方、Step4にて、エンジン回転数 $N_e$ と吸入新気量 $Q_{sol}$ に応じて補正係数 $K_{inHQ}$ を検索する。

【0081】また、Step5にて、エンジン回転数 $N_e$ と吸気量 $Q_{ac}$ （負荷）に応じて補正係数 $K_{inH2}$ を検索する。

【0082】続いてStep6に進んで、体積効率相当値 $K_{in}$ を $K_{in} = K_{inHQ} \times K_{inH2}$ として演算する。

【0083】一方、Step7にて、吸気温度センサ18の出力電圧を吸気温度 $T_{a0}$ に変換する。

【0084】続いてStep8に進んで、吸気圧に対する温度上昇を補正し、吸入新気温度 $T_{int}$ として出力する。

【0085】続いてStep 9に進んで、吸気圧指数 $C_{pm}$ を $C_{pm}=Q_{ac} \times T_{int} \div K_{in}$ として演算する。

【0086】続いてStep 10に進んで、吸気圧 $P_m$ を $P_m=K_{pm\#} \times C_{pm} + O_{pm\#}$ として演算する。

【0087】図11のフローチャートは排気圧 $P_{exh}$ を演算するルーチンを示しており、コントロールユニット30において一定周期毎に実行される。

【0088】これについて説明すると、Step 1にて燃料噴射量 $Q_f$ に応じた基本排気温度を検索する。

【0089】続いてStep 2に進んで、スワール制御弁開度に応じて基本排気温度を補正し、補正基本排気温度 $T_{exhi}$ に変換する。なお、図示しないスワール制御弁は吸気通路に介装され、運転条件に応じてシリンダに流入する吸気流速を変えて、シリンダにスワールを発生するようにになっている。

【0090】Step 3にて、吸気温度補正係数 $K_{tmpe}$ を吸気温度 $T_{ne}/TA\#$ に応じて検索する。

【0091】Step 4にて、排気圧力補正係数 $K_{tmpp}$ を排気圧力 $P_{exh}/PA\#$ に応じて検索する。

【0092】Step 5にて、噴射時期補正係数 $K_{tmpit}$ を噴射時期 $ITD\#$ 等に応じて $K_{tmpit}=(ITD-C-I_{tstd})/ITD\# \times GIT-T_{exhi}\# + 1$ 演算する。

【0093】続いてStep 6に進んで、排気温度相当値 $T_{mpeh}$ を $T_{mpeh}=K_{texhi} \times K_{tmpe} \times K_{tmpp} \times K_{tmpit}$ として演算する。

【0094】一方、Step 7にて、吸気量 $Q_{ac}$ に応じて、吸気行程と排気行程の差分だけサイクル処理し、作動排気ガス量 $Q_{exh}$ として出力する。

【0095】続いてStep 8に進んで、排気圧力指数 $C_{pexh}$ を算出し、Step 9に進んで、排気圧 $P_{exh}$ を $P_{exh}=K_{pexh\#} \times C_{pexh} + O_{pexh\#}$ として演算する。

【0096】こうして求められる吸気圧 $P_m$ と排気圧 $P_{exh}$ に応じて、EGR差圧 $D_{lp}$ を $D_{lp}=P_{exh}-P_m$ として演算する。これにより、EGR差圧 $D_{lp}$ はEGR通路の前後差圧となり、EGR量が多い運転時でもEGR差圧 $D_{lp}$ に応じて目標EGR量 $T_{Qe}$ に対する要求EGR弁開口面積 $A_{evs}$ を的確に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示す燃料噴射ポンプの断面

図。

【図2】同じくEGR装置のシステム図。

【図3】同じく制御系の構成図。

【図4】同じく制御内容を示すフローチャート。

【図5】同じくEGR弁の要求開口面積と必要開口面積の関係を示す特性図。

【図6】同じくEGR弁の要求開口面積と必要開口面積の関係を示す特性図。

【図7】同じく吸気圧と排気圧等の関係を示す特性図。

【図8】同じくEGR制御精度を示す特性図。

【図9】他の実施形態を示す制御内容を示すフローチャート。

【図10】同じく制御内容を示すフローチャート。

【図11】同じく制御内容を示すフローチャート。

【図12】従来例を示すEGR弁のモデル図。

【図13】同じくEGR弁補正係数と要求開口面積と必要開口面積の関係を示す特性図。

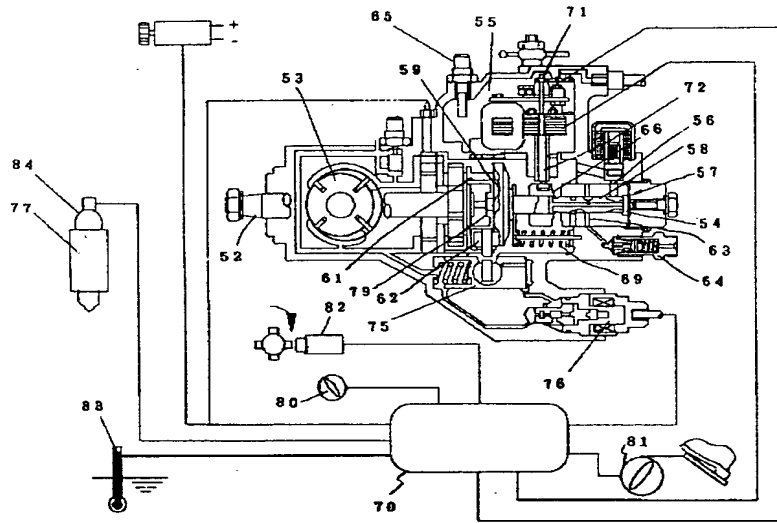
【図14】同じく吸気圧と排気圧等の関係を示す特性図。

【符号の説明】

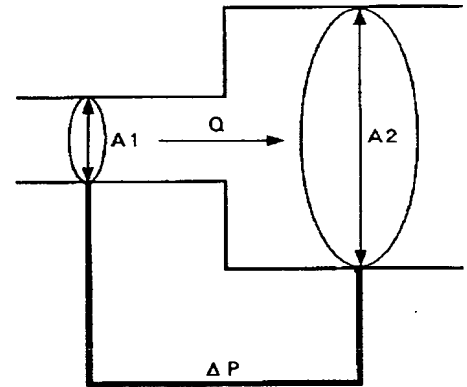
- 1 吸気通路
- 2 排気通路
- 3 EGR通路
- 4 EGR弁
- 5 ステップモータ
- 6 アクチュエータ
- 9 吸気絞り弁
- 12 エアフロメータ
- 13 吸気圧センサ
- 14 排気圧センサ
- 18 吸気温度センサ
- 30 コントロールユニット
- 31 要求EGR量設定手段
- 32 EGR差圧検出手段
- 33 要求EGR弁開口面積演算手段
- 34 エンジン回転数検出手段
- 35 エンジン負荷検出手段
- 36 流量係数設定手段
- 37 EGR弁開度に対する補正係数設定手段
- 38 目標EGR弁開口面積演算手段
- 39 EGR弁面積リフト量変換手段
- 40 EGR弁駆動手段



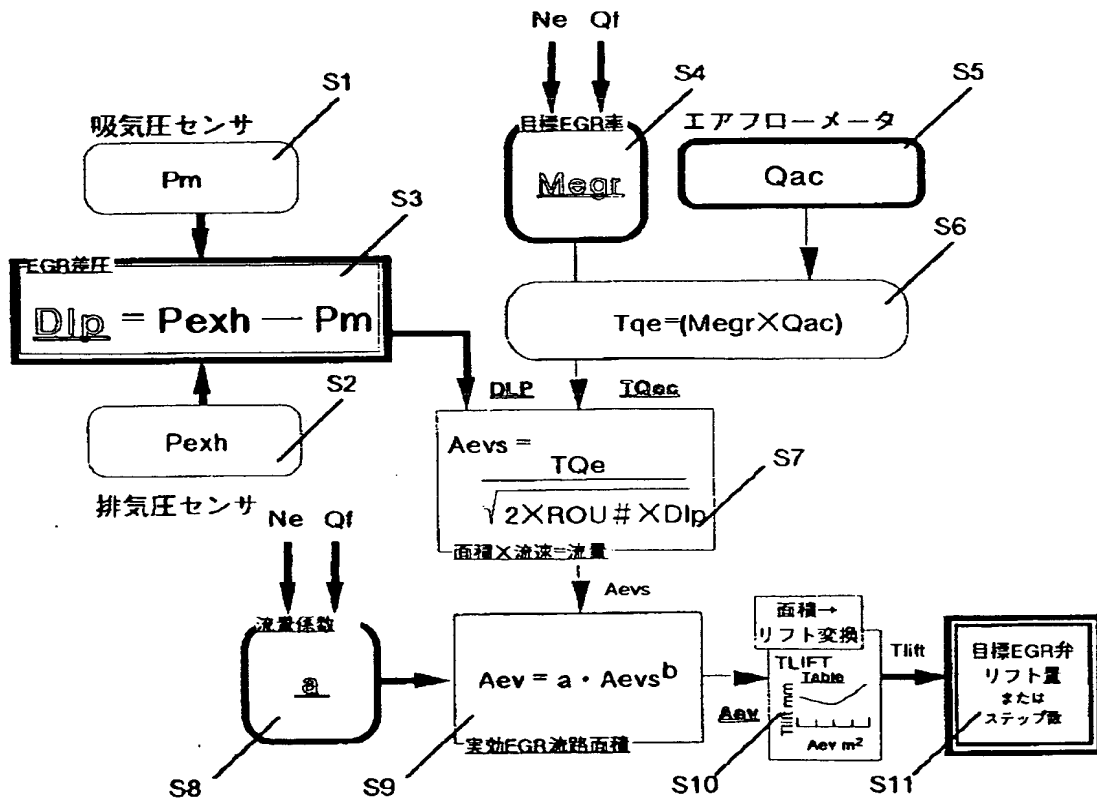
【図1】



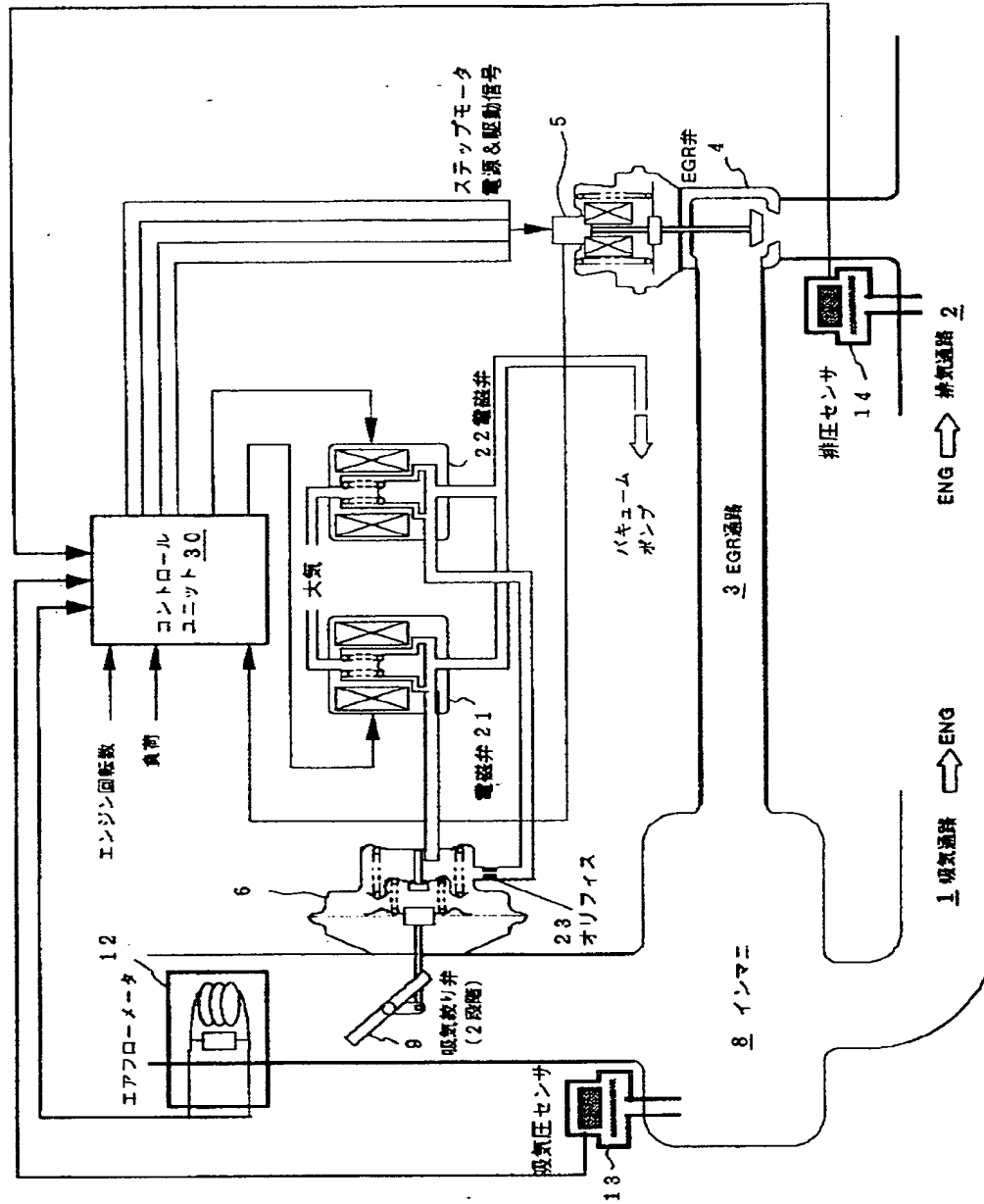
【図12】



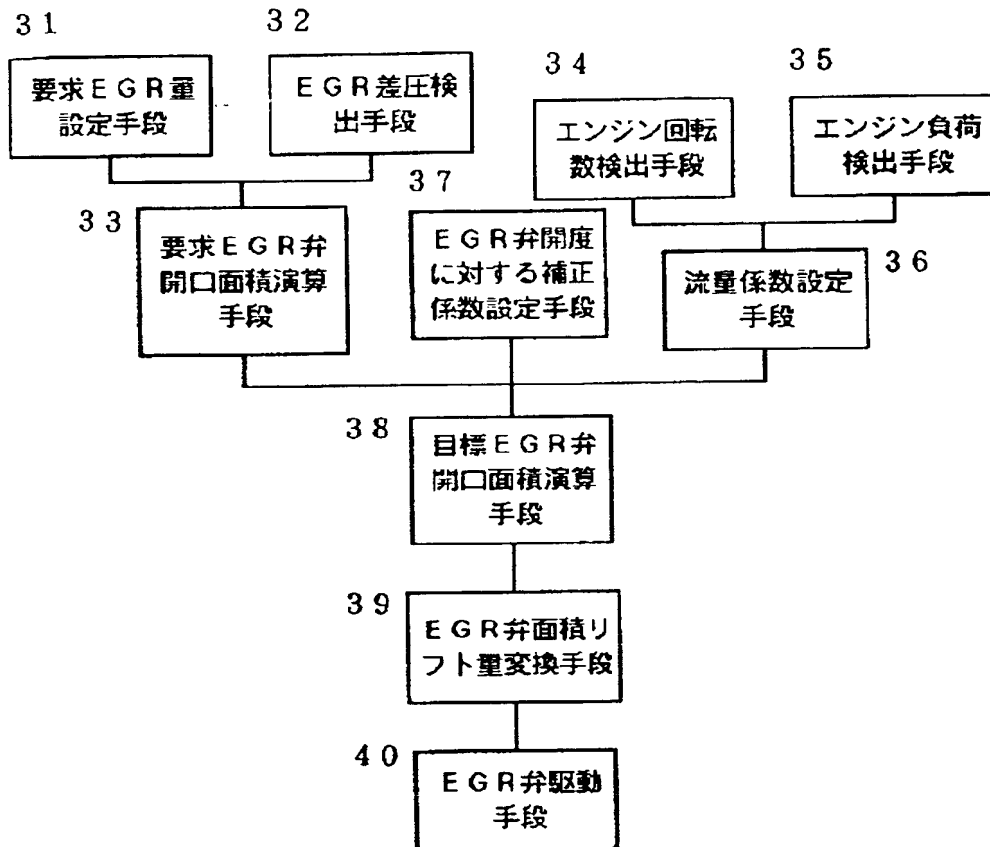
【図4】



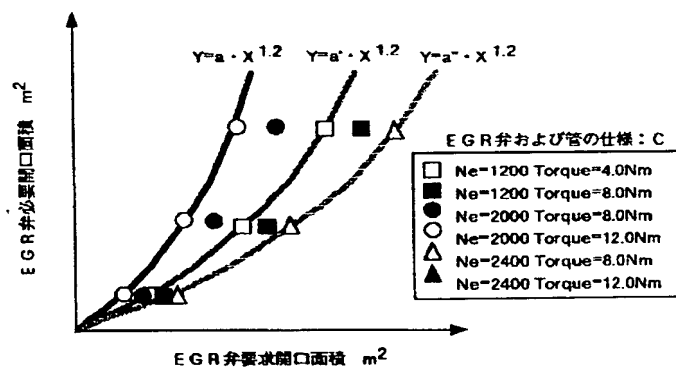
【図2】



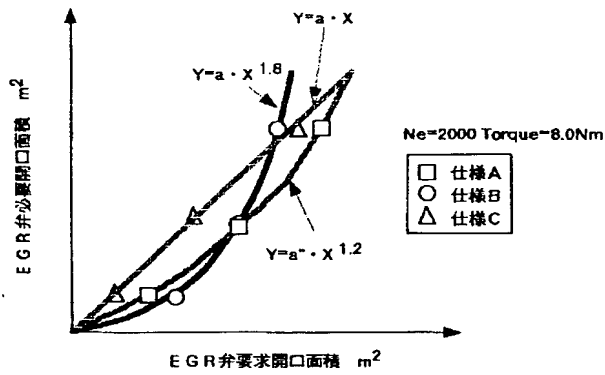
【図3】



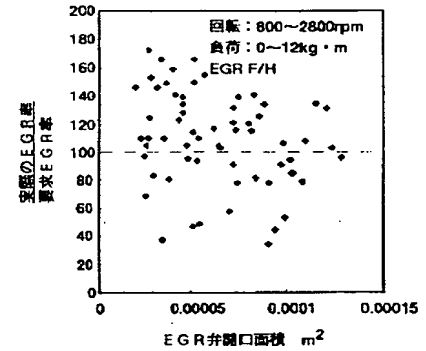
【図5】



【図6】

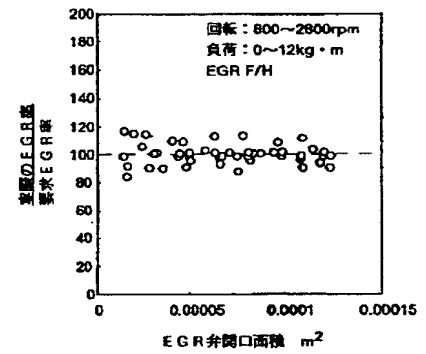
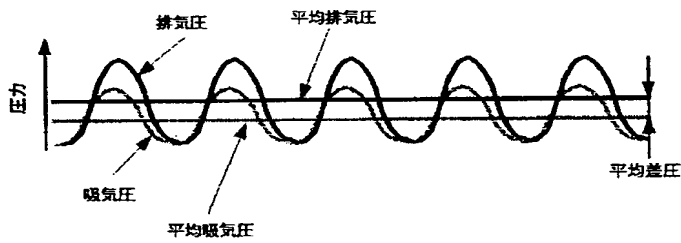


【図8】



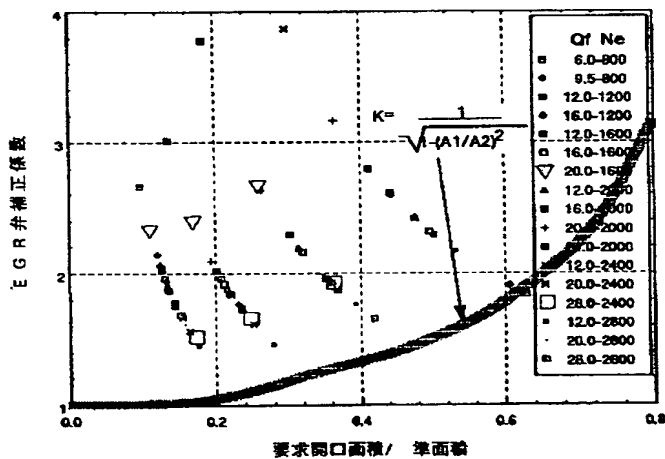
(1) 従来技術のEGR制御精度

【図7】

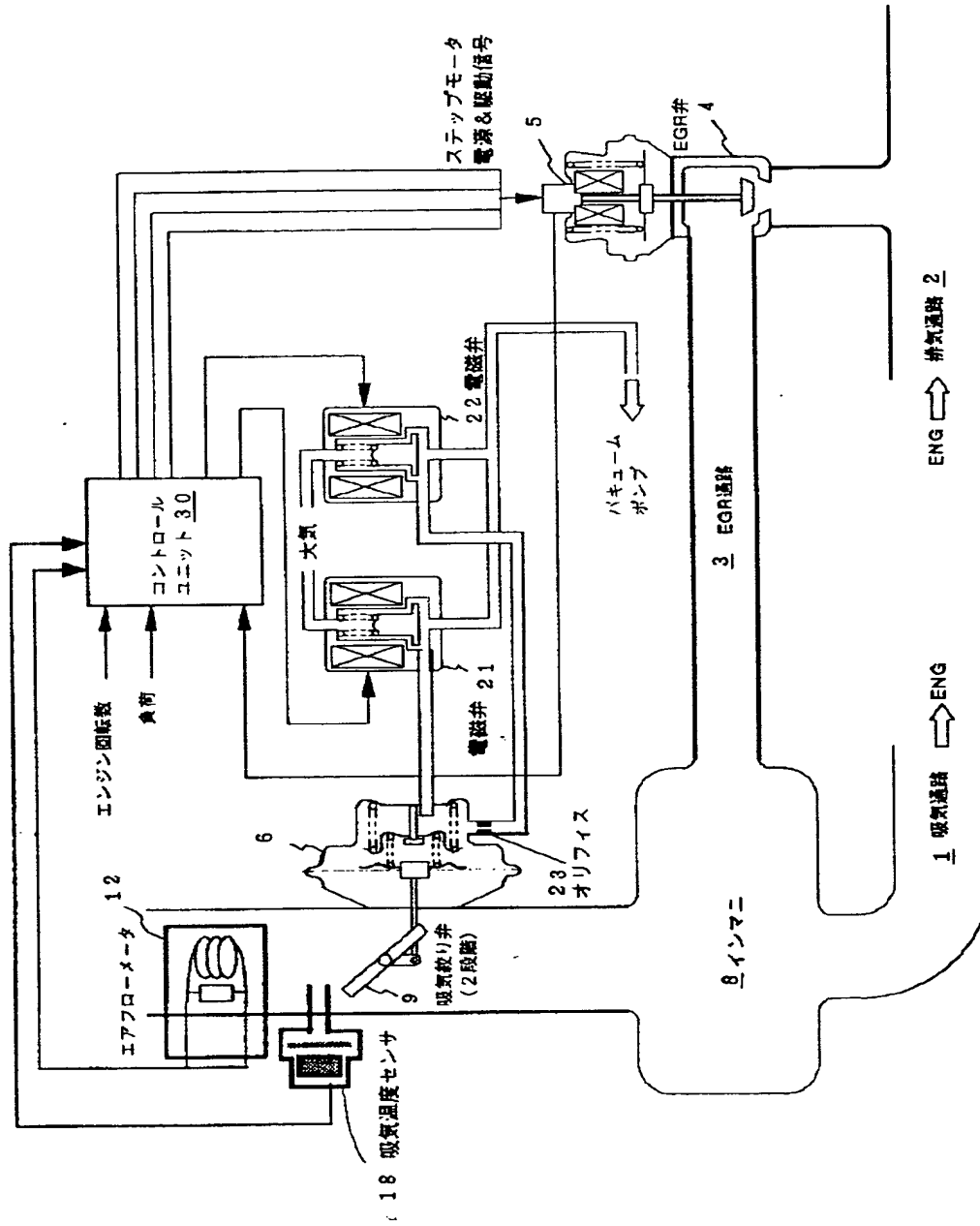


(2) 本発明のEGR制御精度

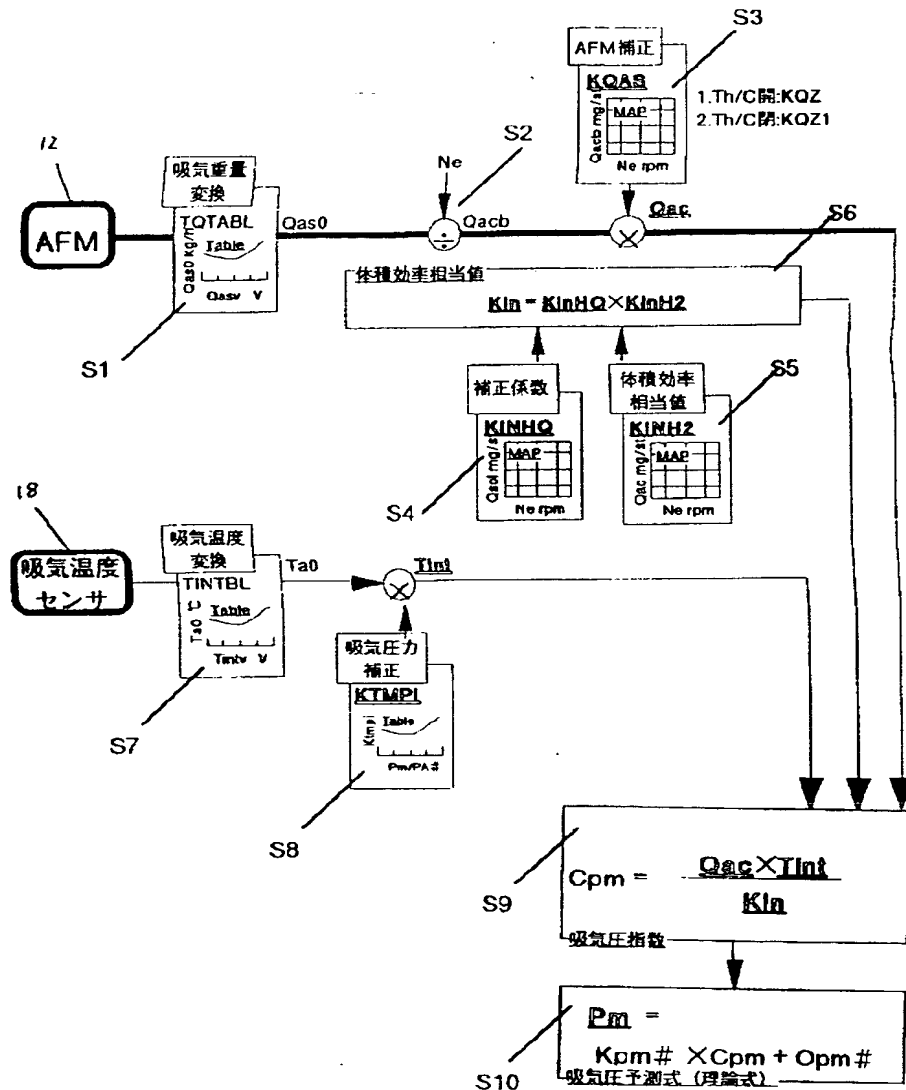
【図13】



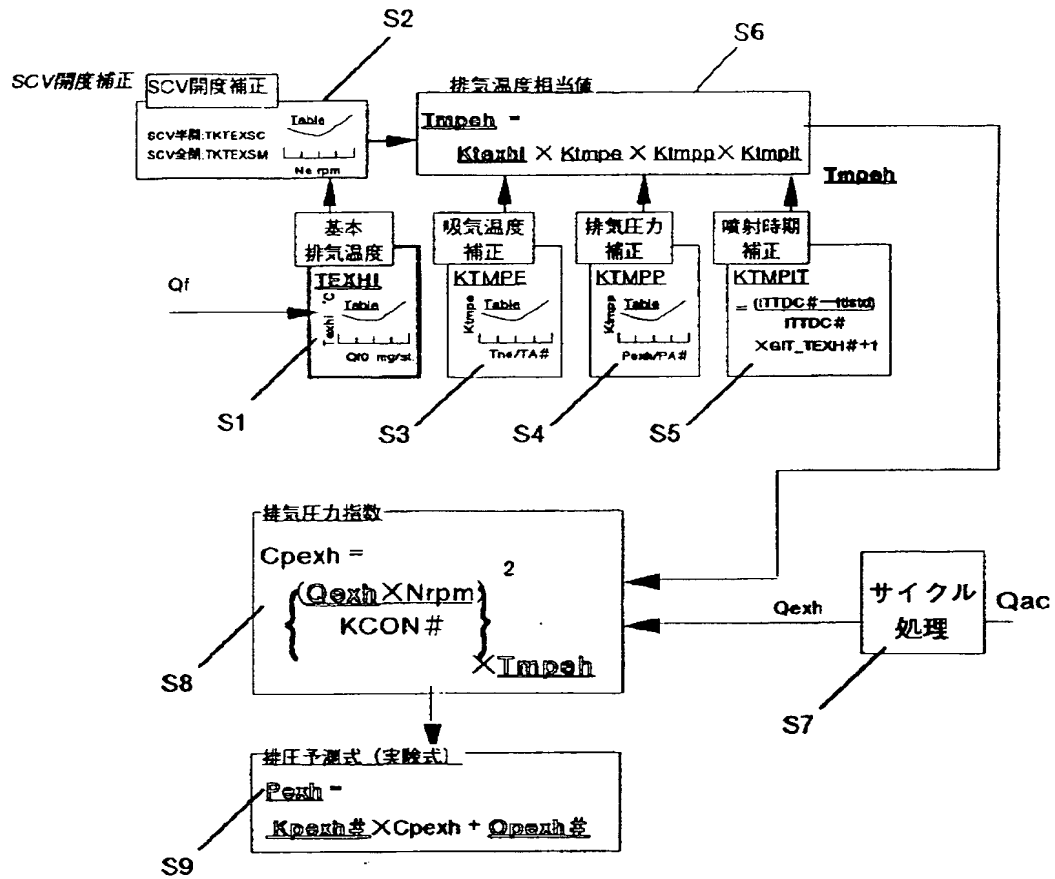
【図9】



【図10】



【図11】



【図14】

